

水田地帯のキャンベル種葡萄の光合成能の季節的推移

本多 昇・岡崎 光良

Seasonal Variation in Photosynthetic Rate of Campbell Early Grape in the Paddy Field Region

Noboru HONDA and Mitsuyoshi OKAZAKI

The pre-season defoliation raises a serious problem in growing Campbell Early grapes in the southern part of Okayama Prefecture, especially in the paddy field region. It is very deleterious to the grape growers, because about 85 per cent of leaves falls from the primary shoots by the end of August. In order to contribute to solving this problem, the seasonal variation in the rate of photosynthesis was studied in the vineyard of Okayama University. The increase in the dry weight of leaves during 6 hours from 9 A.M. to 3 P.M. was determined by punch method, and the results were expressed by average increment of dry matter (mg) per 1 m² of leaf for one hour.

The results were as follows :

1) The photosynthetic rate of leaves varied with seasons; in 1961, it decreased from 616.9 mg in the middle of June through 464.9 mg in the middle of July to 192.3 mg in the middle of August, and then increased again to 740.5 mg in the middle of September. But it decreased again to 534.6 mg in the middle of October. Thus, a bimodal curve was obtained in the seasonal variation of photosynthetic rate, with the minimum in the middle of August. The same was true in the case of 1958 and 1960 tests.

2) In 1956 test, however, the pattern of the variation of photosynthesis differed from that of 1961 test. The photosynthetic rate was unusually low in the early July, perhaps due to the one cloudy day of the three fast days and due to the fact that only phosphorous fertilizer was given to the grapes in January. On the contrary, the very high rate of photosynthesis was seen during a period from the late July to the late September; this seems to be attributed to the nitrogen and potassium fertilizer applied in the middle of July at annual dose. Nevertheless, the decrease of photosynthetic rate in the middle of August was also found in 1959, as in the other years.

3) From the results of this investigation it may be said that the depression of photosynthetic rate may be caused by various environmental factors, especially inadequate, as well as superfluous, rainfall and soil moisture, unfavorable solar radiation, and so on.

4) The water content of leaf expressed in percentage of fresh weight tended to decrease with age. No correlation was noticed between photosynthetic rate and water content of leaf so far as it remains in normal condition.

5) In leaves of primary shoots, no correlation was found between photosynthetic rate and leaf age. The photosynthetic rate of leaves on secondary shoots was nearly the same in August, but later, increases to the same or even higher level than that of primary shoot in September and in October.

緒 言

岡山県南部の水田地帯に栽培されるキャンベル種葡萄では7月から起る早期落葉現象が甚だしく⁵⁾、また果実の着色不良、樹令の短かいことも指摘されている¹⁶⁾。林、脇坂は二十世紀梨の早期落葉による害を実証し³⁾、また、11月上旬においても光合成能力の高いことを実証している⁴⁾。筆者等はキャンベル種葡萄の早期落葉が樹力の減耗に及ぼす由来を光合成能力喪失の面から立証するため、及び早期落葉の誘因と思われる盛夏の圃場条件が光合成能に及ぼす影響について考証するために本調査を行った。

本調査成績をとりまとめるに当つて岡山地方気象台の御協力を感謝する。また近藤実、広畑偉人、松尾武司、寒川紳也、玉田佳照君等の労を多とする。

I. 実験材料及び方法

水田に花崗岩風化山土を約70cm盛土して開園された岡山大学農学部附属農場果樹園のハイブリッド・フラン台キャンベル・アーリー（1949年3月栽植）を用いた。供試樹は東西18m、南北1.8m間隔に栽植され、主枝を東西に伸ばした一文字仕立のものであつて、この園内での中庸な樹勢のものである。

本園では栽植後連年土性改良のため厩肥を極めて多量に用いたため樹勢がおさまらない傾きがあるので第1表に示すように1957年は無施肥、1958年以後は、N・P・Kの施用を少くして樹勢の調節をはかつている。

Table 1. Fertilizer doses for The Year 1957~1961 per (10a)

Year	Ammonium Sulphate kg	Super-phosphate of Lime kg	Potassium chloride kg	Potassium Sulphate kg	Note
1957	—	—	—	—	
1958	5	28	11	—	Applied in January
1959	9	30	—	9	P: in January; N and K in middle July
1960	9	22.5	—	9	Applied in January
1961	9	22.5	—	9	Applied in January

1961年には供試樹5樹につき、1樹当たり4本の供試枝を設け、各回にそれらの枝上で第2、3、4、5、6節位の葉について交互にずらして4切片ずつ合計80切片を採取して測定した。これで結果枝上の葉令の差による誤差を無くすることができる。

1957年には毎回“止め葉”及びその次の節位の葉を用い、1958年には第3、第4節位葉を用い、1959年にも第3、第4節位葉を用いて測定をはじめたが、前年に比べ早期落葉が甚だしく8月末の落葉率が48.2%に達したので、9月上旬以降は止め葉及びその次の節位の2葉を用いて測定した。1960年にも第3、第4節位葉を用いた。1959年及び1960年に結果枝上、第3、第4節位葉の元葉、止め葉、及びその次の節位の2葉ずつ（“止め葉”と称す）の光合成能力を測定して、同一本梢葉の葉令による光合成能を比較した。1961年には逐年早期落葉が甚だしくなり、9月下旬降以後には副梢上第2、第3節位葉について測定した。

気象については、本農学部果樹園に隣接する岡山地方気象台の観測資料によつて調査した。

II. 実験結果

1957年：本年の実験結果を第2表、第3表及び第1図に示す。先ず7月6日と15日の光合成量に大差があるが7月6日は長雨直後の晴天で日照11.3時間、最高気温(29.1°C)も高すぎることもないのに光合成量は366.7 mgであるのは土壤過湿の害と思われる。しかしながら7日～

Table 2. Photosynthetic rate of Campbell Early Grape at Various Season.
(Increment of dry matter mg/1 m²/1 hour)

Growth Cycle Season Year	I	II		III			IV				
	M/VI	E/VII	M/VII	L/VII	E/VIII	M/VIII	L/VIII	E/XI	M/XI	L/XI	M/X
1957	—	366.7*	733.4*	—	—	—	463.0	348.2	430.9*	339.8	164.8*
1958	—	633.4	452.5	—	119.3	—	257.0	—	380.0	536.3	367.1
1959	608.1	324.4	—	851.5	—	365.3	656.1	611.9	—	641.4	269.1
1960	—	425.4*	391.3	—	226.6	—	—	—	—	—	—
1961	616.9	—	464.9	—	—	192.3	304.1	—	740.5	553.5	534.6

* Only one measurment. Details, see text.

E:Early, M:Middle, L:Late

I. Shoot growth II. Stoning III. Maturity IV. Post-harvest.

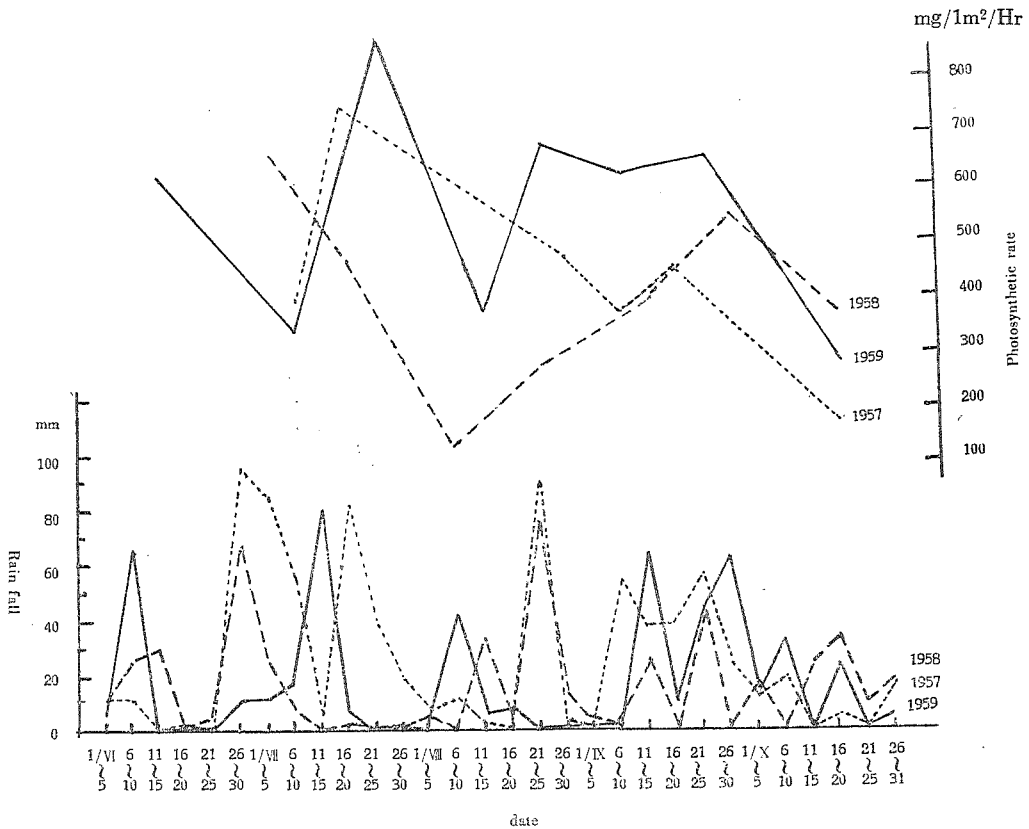
Table 3. Relation between Photothynthetic Rate and Environmental Conditions. (in 1957)

pate	Photo-Synthetic rate mg/1m ² /1h	Weather	Air Temp. mean °C	Air Temp. max. °C	Evaporation mm	Hour of Sunshine (Total)
6/VII	366.7	Clody	23.7	29.1	5.3	11.3
15/VII	733.4	Cloudy after Scatter	26.4	30.8	4.5	4.1
23/VIII	760.9	Cloudy after Rain	26.0	29.3	1.5	2.5
27/VIII	165.0	Fine	27.3	32.9	4.7	5.3
2/IX	375.9	Fine	21.1	27.7	7.0	11.7
3/IX	320.0	Clear	21.2	28.0	6.6	11.0
12/IX	430.9	Cloudy with scatter	23.4	28.6	5.5	9.2
27/IX	386.8	Fine wih cast	18.5	24.5	3.7	9.5
1/X	291.7	Cloudy with scatter	15.9	22.9	4.6	10.4
19/X	164.8	Fine after over cast	11.1	18.8	3.0	9.5

11日には約40 mmの降雨があり15日の測定日は晴れたり曇つたりで日照時間は4.1時間であつたのに、かえつて733.4 mgの光合成量を示したことは注目に値する。次に8月下旬の2日の測定値平均は463.0 mgではあるが8月23日については21日及び22日に0.1及び0.2 mmの葉水程度の降雨があり、当日は曇後雨(午後3時以後)で日照時間は2.5時間にすぎないが最高気温も低いので光合成量は760.9 mgでこの旬間としては異常に高い。これに反し23日と24日で合計40 mmの大雨後の27日は雲少なく晴で最高気温32.9°Cとなり、大雨後の晴天であるので光合成量は165.0 mgという異常に低い値となつている。

9月2日及び3日は同程度の光合成量を示している。8月末頃には降雨少なく両日とも晴～快晴、日照時間は11時間以上で、蒸発量が極めて多く(7.0及び6.6 mm)大気が乾燥にすぎた

Fig. 1. Relation between Photosynthetic Rate and Rain fall. (1957~1959)



めか光合成量は 375.9, 320.9 mg で相当低い。9 月 12 日は 8~11 日に 39.5 mm の降雨後の雲は少しあるが秋晴れの天気であるので光合成量が多い。9 月 27 日及び 10 月 1 日頃には本年の無施肥のためか光合成能低下がみとめられる。特に 10 月 19 日には葉の黄緑化が目立つようになり、また本日の平均気温が 11.1°C で平年の本旬平均気温 (16.5°C) より著しく低いため、この時期としてまれに見る光合成能の低下を示している。

1958 年：本年の成績の大要は第 2 表及び第 1 図に示す如くである。先ず 7 月 7 日には、7 月 5 日に終った梅雨の長雨後の晴天のため光合成量は低く 422.5 mg である。然るに 9 日の 6.4 mm の降雨後、11 日に涼しい晴天 (最高気温 29.9°C) であるので、本年最高の光合成量 844.2 mg を示した。この 7 日、11 日両日の平均が 633.4 mg である。7 月 15 日及び 17, 18 日については、14 日に引続き晴天高温の日が続き日照は 3 日間とも 10~11 時間あり、最高気温はおのこの 32.8 , 33.3 および 32.4°C であるのに光合成量がおのこの 338.5, 642.3 および 376.8 mg である。この場合 16 日の夕方の 1.7 mm の降雨が翌 17 日の光合成量を著しく高めたと推定することができる。このような例は本年 8 月 3 日その他にもある。

8 月 1 日についてはこの前 10 日間降雨なく、7 月 30, 31 両日が本年最高の乾燥状態 (蒸発量 9.1 及び 8.3 mm) であつたのに引続いて最高気温 33.8°C 、蒸発量 7.2 mm であるため光合成能 92.8 mg で、1961 年 8 月 18 日とともに本実験中最低の量である。然るに 1 日夕方 3.9 mm, 2 日夕方 1.3 mm の降雨のため 8 月 3 日は最高気温 34.0°C となつたにもかかわらず光合成能は 145.8 mg に高まっている。8 月 21, 22 日両測定日は雲多く、蒸発量は平均 3.6 mm、気温は平

均 28.8°C で涼しいためか両日平均の光合成量は 257.0 mg で、この旬間としては低いようである。

9 月には曇天及び雨天が多く 9 月 15, 16 両日も曇時々晴の天候で平均して 380.0 mg の光合成量にすぎない。然るに、9 月 30 日には曇後晴、日照時間 6.8 時間、光合成量 679.9 mg を示し 10 月 1 日は曇天、日照時間 2.6 時間、光合成量 394.6 mg である。故にこの両日を平均しても 9 月下旬の光合成量は 536.3 mg の高率を示している。10 月 16, 17 両日の平均光合成量は 367.1 mg であつてキヤンベルの結果枝上第 3, 4 節位の葉が 8 月上旬の 3.3 倍の光合成を行なうことがわかる。

1959 年：年本の成績も第 2 表及び第 1 図に示す如くである。本年以降はロビッチ日射計による日射量の測定が行われた。

6 月 15, 16 両日は梅雨中の日である。8～10 日に 67.1 mm の降雨あり、両日共晴乃至薄曇りで日射量も充分であつて (661 cal, 588 cal) 光合成量は 501.1 mg, 715.1 mg である。7 月 6, 9, 10 日の頃は長雨の後の測定である。6, 9 両日は日射量も充分 (700 cal, 643 cal) 最高気温がおのおの 33.4°C, 30.9°C であるためか、両日の光合成量はおのおの 336.9 及び 437.2 mg である。然し 10 日は曇夕方一時雨の天候で最高気温 32.0°C, 日射量 466 cal であるのに本日の平均気温 28.0, 9 日のそれは 25.7°C によつてもわかるようにむしろ暑い日であつたためか光合成量が 199.0 mg にすぎない。この後、7 月中旬に窒素と加里について年間施用量の全量が硫酸及び硫酸加里にて施用された。7 月 24 日及び 28 日両日は晴～晴一時曇で気温はおのおの 32.5 及び 33.4°C で高く、日射量は 635 及び 603 cal である。それにもかゝらず中旬の肥料の効果か、両日の光合成量は 884.6 及び 818.3 mg で驚くほど高い。

然るに 8 月 7 日から 8 日にかけて 43.1 mm の降雨があつた後、10 日は晴天、最高気温 30.3°C, 蒸発量 7.0 mm にて光合成量は 140.7 mg となつている。但し 11 日には薄曇にて最高気温 29.2°C, 蒸発量 5.0 mm であつたためか光合成量は 589.8 mg となつている。こゝで両回を平均すれば 365.3 mg となり、本年も 8 月中旬に光合成能の低下の谷が現われている。その後 8 月 26, 29 両日の光合成量は平均 656.1 mg となり、9 月 5, 9 両日の光合成量は平均 611.9 mg, 9 月 28, 29 両日の平均は 641.4 mg というように極めて高い値をつづけている。9 月 28, 29 両日の日射量はおのおの 580 及び 550 cal である。然るに 10 月 17 日が曇天で日射量 382 cal (最高気温 24.0°C), 平均気温 18.1°C であるためか光合成量は 383.4 mg となり、しかも 17 日夜から 18 日にかけて 25.0 mm の降雨後、19 日も曇天で日射量 386 cal (最高気温は 20.9°C), 平均気温は 15.7°C に低下したので光合成量は 154.8 mg に激減している。

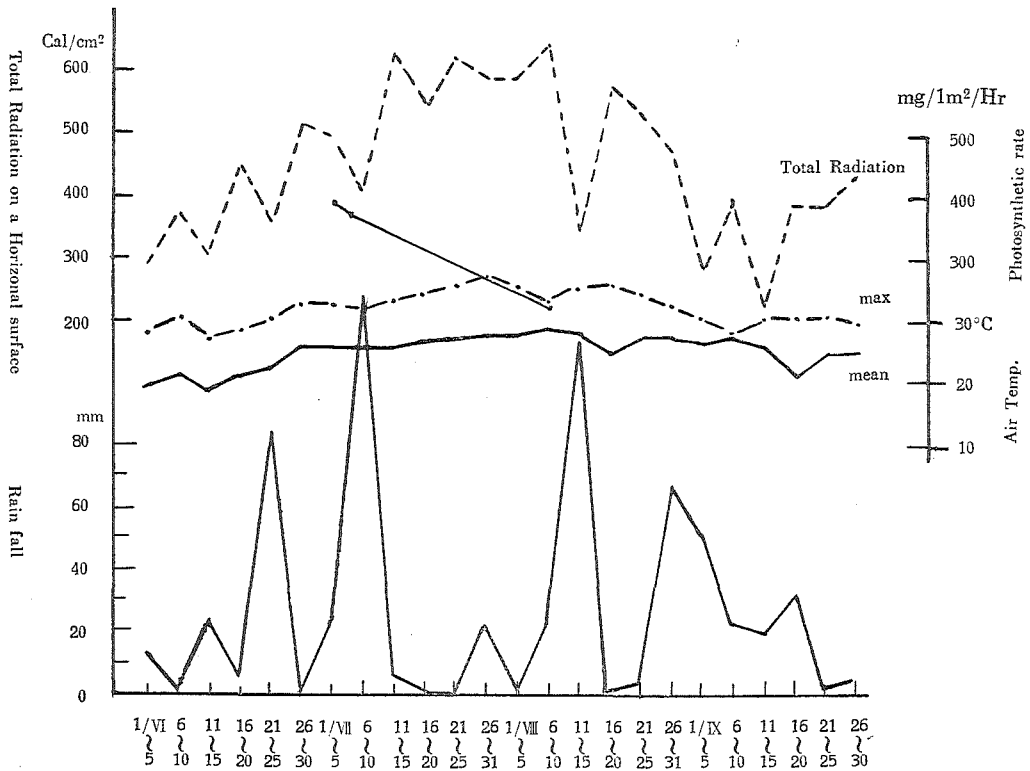
1960 年：本年の実験成績は第 2 表、第 4 表及び第 2 図に示す如くである。7 月 4 日に雷雨 (21.4 mm) があつた後の 5 日は晴時々曇りの天候で 7 月上旬のごく標準の日である。日射量は 591 cal, 蒸発量は 5.3 mm であつて光合成量は 425.4 mg である。7～8 日に 125.9 mm の降雨が、10 日には 1.6 mm の降雨があつたのち、11 日～13 日は 7 月中旬のごく標準の天候となつた。そのために土壌 (砂質壤土) 水分は 4 日は 18.0% (−20 cm) であるが、11 日には 22.4% (容水量の 64.2%) で本年測定時中の最大値を示し、測定後の 14 日には幾分低下して 19.5% (容水量の 55.8%) である。この 3 日間は晴れで 13 日夕刻一時曇つたが測定には関係はなく、日射量はおのおの 684, 678, 695 cal, 蒸発量は 7 mm 内外であつて、3 日間の平均光合成量は 391.3 mg である。

7 月 29, 30 日にかけて約 30 mm の降雨があり、その後約 10 日間晴天高温乾燥が続いた後 8, 9 両日は 8 月の標準の気候である。すなわち日射量はおのおの 696 及び 639 cal で蒸発量も 8.8 及び 8.7 mm で極めて高い。土壌水分は 8 日は 14.3% (−20 cm, 容水量の 40.8%), 16.4

Table 4. Relation between Photosynthetic Rate and Environmental Conditions. (in 1960)

date	Photo-synthetic rate. mg/1m ² /1h	Weather	Air Temperature mean °C	Air Temperature max. °C	Evaporation mm	Hour of Sunshine (Total)	Total Radiation on a Horizontal Surface cal/cm ²	Soil Moisture		
								date	depth	
									-20cm	-50cm
5/VII	425.4	Fine with Cloudy	24.2	29.9	5.3	9.2	591	4/VII	18.0	17.5
11/VII	477.9	Fine	26.2	31.7	6.8	13.0	684			
12/VII	277.2	Fine	26.9	32.6	6.6	12.5	678	11/VII	25.4	21.3
13/VII	418.9	Fine with Cloudy	27.6	33.1	7.5	11.5	695	14/VII	19.5	20.4
8/VIII	222.7	Fine	27.7	33.5	8.8	12.3	696	8/VIII	14.3	16.3
9/VIII	320.0	Fine with Cloudy	28.2	33.3	8.7	10.5	639			
10/VIII	137.2	Cloudy with Rain	27.0	31.8	8.0	6.1	501	11/VIII	16.3	18.3

Fig. 2. Relation between Photosynthetic Rate and Environmental Conditions. (in 1960)

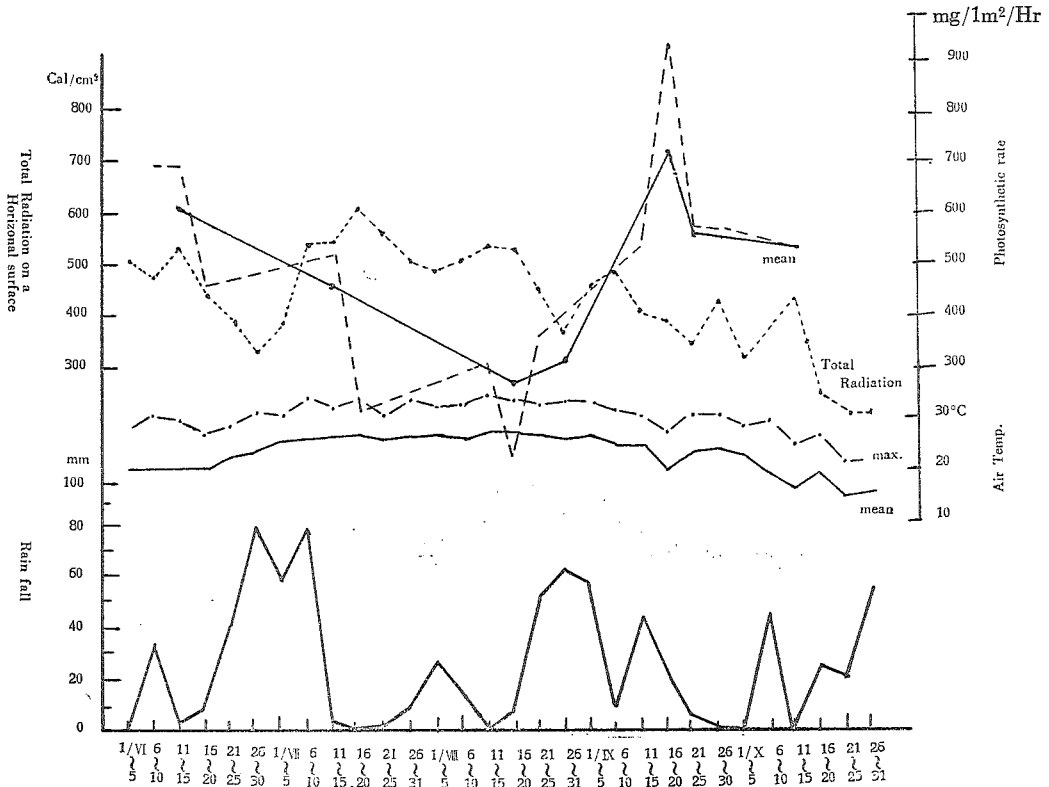


% (-50 cm, 容水の量 50.0 %) で本年の実験期間中に最も乾燥している状態であつた。そのため光合成量はおおよそ 222.7 mg 及び 320.0 mg である。10 日には朝に雲が多く測定時には一時晴れたが午後より曇り勝ちとなつて夕刻 (測定後) 20.9 mm の降雨があつた。日射量は 501 cal で測定期間中はかなりの日照はあり、蒸発量は前日に引続き 8.0 mm で高い、またこの日は午後には日射量が減少したためか、光合成量は特に少なく、137.2 mg にすぎない。このように 8 月上旬の 3 日間の光合成量の平均 226.6 mg となり 7 月中旬のそれに比べて約 57.9 % に低下し

Table 5. Relation between Photosynthetic Rate and Environmental Conditions. (in 1961)

date	Photo-synthetic rate mg/1m ² /1h	Percentage of water content based on fresh weight.		Weather	Air-Temp-erature Mean °C	Air-Temp-erature Max. °C	Evapol-ation mm	Hour of Sunshine (Total)	Total Radiation on a Horizontal Surface cal/cm ²	Index of Total Radiation on a Horizontal Surface rate							Soil Moisture					
		(Time)	date							depth	Moisture	9	10	11	12	13	14	15				
																			%	%		
10/VI	693.4	68.75	68.48	Over Cast	22.0	26.4	5.3	9.2	572	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8						
12	800.4	67.75	66.66	Fine	23.1	28.7	6.2	11.2	573	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	12/VI	20.3	17.1			
13	499.7	68.63	67.33	Fine	23.0	30.1	5.0	5.4	432	0.9	0.9	0.5	1.0	0.5	0.7	0.3						
15	640.7	69.89	67.19	Fine	18.5	27.2	6.6	13.2	752	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0						
19	461.0	68.57	67.80	Fine increasing Cloudy	20.8	27.1	6.6	12.5	708	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	19/VI	15.2	15.0			
11/VII	606.3	69.78	66.87	Fin with over Cast	27.5	32.6	6.1	8.9	572	0.7	0.8	1.0	0.9	0.8	1.0	1.0	10/VII	18.2	12.5			
13	515.6	68.41	65.78	Fine	27.8	32.6	7.1	10.1	625	0.9	1.0	1.0	0.6	0.5	0.5	0.5						
14	514.2	67.33	65.77	Fine	27.5	32.2	7.4	11.4	556	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0						
16	223.3	67.36	66.50	Fine	28.7	32.2	7.1	8.5	578	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0	1.0	1.0	17/VII	15.8	12.3			
15/VIII	315.5	68.02	67.14	Cloudy with Scatter	27.9	33.5	6.7	9.1	542	0.7	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	14/VIII	20.0	20.9			
17	168.8	65.93	65.18	Cloudy with Scatter	28.6	33.3	7.4	8.7	545	1.0	0.7	1.0	1.0	0.6	0.7	0.5						
18	92.6	66.90	65.45	Cloudy with Scatter	29.0	34.3	6.7	6.7	548	0.4	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0						
21	237.9	67.09	66.03	Fine with Storm	27.7	33.4	6.2	8.4	504	1.0	1.0	0.7	0.3	0.9	1.0	1.0	21/VIII	21.4	21.9			
25	370.3	66.06	65.07	Fine with over Cast	28.6	32.9	6.5	7.0	558	0.9	1.0	0.9	1.0	0.6	0.9	1.0						
14/IX	540.8	62.47	61.87	Clody with Scatter	25.7	30.5	6.3	4.9	398	0.3	0.8	1.0	1.0	1.0	0.7	0.0	11/IX	23.5	22.0			
19	940.2	62.10	60.90	Clear	19.3	26.0	5.5	10.9	606	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	18/IX	16.5	14.8			
22	393.9	63.46	60.77	Fine with over Cast	25.0	30.4	4.9	9.6	472	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6						
25	684.5	64.89	62.73	Cloudy P. M. thunderstorm	24.2	29.6	3.8	4.0	381	0.6	0.8	0.2	0.5	0.8	0.5	0.4	25/IX	18.5	16.3			
26	582.5	64.32	61.91	Over Cast	25.4	31.4	4.7	7.7	418	0.7	0.3	0.7	0.8	1.0	1.0	0.9						
16/X	624.4	63.29	61.88	Fine with Cloudy	19.1	27.3	3.6	8.9	408	1.0	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0						
17	444.7	64.85	62.44	Cloudy with Scatter	19.8	27.4	2.9	5.2	339	0.4	0.9	1.0	0.9	1.0	0.7	0.3	23/X	21.2	16.1			

Fig. 3. Relation between Photosynthetic Rate and Environmental Conditions. (in 1961)



ていることが注目に値する。

1961年：本年の実験成績は第2表、第5表及び第3図に示す如くである。6月10～19日の5回の測定日のうち13日と19日に光合成能の低下が著しい。これについては午後に曇り出すことに原因があるらしいことをみとめる。例えば19日に午後1～3時に日射量指数が0.9になっただけで、当日の日射量としては708 calにて、極めて多いのに光合成量は5日間の最低461.0 mgとなつている。このことは15日の光合成能と環況条件との関係からみてもわかる。次に15日と12日の光合成量を比較すると、この時期としても快晴高温よりもむしろ薄曇りの天候の方が光合成には好適かと思われる。

7月中旬4回の測定平均値464.9 mgはこの旬間としては標準的なものと考えられる。

8月15～18日の間の3回の測定中18日の光合成量が92.6 mgであるのは1958年8月1日とともに最低度の光合成能である。17日の夕方2.5 mmの降雨があり、この日の関係湿度が78%であること、最高気温が34.3 $^{\circ}\text{C}$ であつて極めて蒸し暑かつた日である。8月21日及び特に25日には光合成能が回復しているのは両日ともにその前日頃に適当な降雨があつたことに原因するようである。

9月9日から10日にかけて8.9 mmの降雨があつた後、14日には日射量398 calにすぎず、朝及び午後の日射が少なかつたにもかかわらず測定値は540.8 mgである。15～16日には第2室戸台風にて(雨量37.1 mm)多くの本梢葉が落葉したので、被害のなかつた葉をえらんで19日測定したところ、光合成量940.2 mgという最高値を示した。この日は快晴で最高気温26.0 $^{\circ}\text{C}$

である。9月22日以降は前述のように副梢葉を用いて測定した。9月下旬3回の測定平均値は553.5 mg にて1958年の同旬と同程度を示している。10月16日には本年の異常高温日にあたる(平均気温19.1°C)ためか、624.4 mgの光合成能を示している。然し翌17日には平均気温同じく19.8°Cであつても曇天であるために光合成量は444.7 mgに低下している。

Ⅲ. 論 議

岡山県南部水田地帯のキャンベルで7月から起る早期落葉は周知の事実である。本実験圃場での1960, 1961年の各年の8月末現在、本梢葉の落葉率はおのおの82.7%および89.4%であつて、甚だ高率のものである⁵⁾。この地帯でのキャンベルの生長周期は新梢伸長(Ⅰ)、硬核(Ⅱ)、成熟(Ⅲ)及び収穫後(Ⅳ)のうち、硬核期は大体7月上中旬、成熟期は7月下旬～8月中旬である。本圃の肥培事情は第1表による如く、1957～1959の3カ年はその間に大差があり、また1957年には7月下旬～8月中旬の測定を欠いた。1958年には7月中旬の光合成能を100とすれば8月中旬のそれはわずかに26.4であつた。そこで1960年にこの点を中心に追試したところ同様に7月中旬に比し8月中旬の光合成能は57.9%であり、更に1961年にも7月中旬に比し41.4%に低下している。1959年には7月中旬の大量施肥という特殊事情ではあるが、それはそれなりに、7月下旬(24, 28日)に比し8月中旬の(10, 11日)光合成能が42.9%であるので、岡山県南部水田地帯のキャンベルの葉では収穫期(8月15～20日)直前に当る8月上中旬に光合成能の低下が甚だしいと推定せざるを得ない。

その後8月下旬から9月中は光合成能力が回復することも確実である。また10月中旬の光合成能は、本梢上の同一節位上の葉で比較した1958年には7月中旬に比し3.3倍であり、本梢葉と副梢葉とで比較した1961年には8月中旬に比し2.8倍となつている。

本圃では先に述べた事情により徒長をおそれて施肥量を極めて少なくしているが、そのため結果枝の勢力が次第におさまつてきていることは第6表に示す如くである。第10または11節で摘

Table 6. Comparative ammount of shoot growth for the year 1957～1961.

Year	Number of Shoots Tested	Length of Primary Shoots. cm	Secondary Shoots on a Primary Shoot.	
			Number.	Avarage Length. cm
1957	30	115.76	1.95	28.75
1958	40	92.35	3.25	29.85
1959	12	84.50	6.67	48.87
1960	20	74.35	2.40	22.97
1961	140	70.68	2.81	34.12

心した結果枝の長さが75 cm、副梢の平均長が20 cm ぐらいのものがおさまつた枝の姿と云われている。また本圃にて1960, 1961の両年とも、岡山県指示の、10a 当り基準窒素施用量8.4 kgの $\frac{1}{2}$ にすぎない。佐藤¹³⁾によれば山形県下の多収葡萄園(デラウエア)の葉中窒素及び加里の最低含量はおおよそ2.6及び0.7%である。本圃のキャンベルの葉分析成績は第7表の如くであるが、1961年には窒素及び加里含量が上記の最低量程度のものである。

ADDICOTT 及び LYNCH¹⁾は落葉の生理に関する究明法の一助として“senescence”現象について解明を試みることを提唱しているので、1960年に同一結果枝上の元葉(第3, 4節位葉)と止め葉(摘心節位とその下の節位葉)の窒素含量(第7表)と光合成能の推移について比較した。

Table 7. Nitrogen and Potassium content of the Leaves on Primary Shoots. (Dry-basis)

Date		N %	K %
1960 10/VII	Basal leaves	2.79	0.96
	Apical leaves	3.18	1.08
	10/VIII Basal leaves	1.48	1.21
	Apical leaves	2.26	1.11
1961 15/VI	Middle leaves	2.86	1.52
	15/VII "	2.58	0.68
	15/VIII "	2.57	0.98

その結果、元葉も止め葉も十分に窒素を含有し、同様に緑色である7月中旬に(第2表)、同時に行つた光合成量は元葉 391.3 mg に対し止め葉のそれは、402.3 mg で両者の差はなく、次いで元葉にのみ黄緑色部を生じた8月中旬には、元葉：止め葉の光合成量は 226.6 mg : 235.9 mg であった。この場合、8月10日の元葉：止め葉の葉中窒素含量が 1.48 : 2.26 % であつても、元葉および止め葉のおのの7月中旬：8月中旬の光合成能低下度が同一程度である。故に元葉：止め葉程度の葉令の差異は光合成能に差を生じないことがわかる。また1961年には6月中旬から9月中旬まで第2～6節位の葉を用いたのであるが、これらが葉令に比例した光合成能を示してはいない。次に1961年の本梢葉の含水率(対生体重%)は6月には約68%であつたものが9月中旬には約62%に低下しているが、この間、葉の含水率と光合成能との間に相関はみとめられない。このことは稲において両者が相関していること¹⁸⁾に反するが、小林⁶⁾が葡萄(ブラック・ハンプルグ)について実証したことと一致している。

次に本梢葉に比し副梢葉の光合成能力は $\frac{1}{2}$ 位であると推断する向きもあり¹⁶⁾、且つ本調査上にも必要があるので両者を比較した成績を第8表に示す。(第2表参照)8月中下旬においては本

Table 8. Photosynthetic Rate of Leaves on Secondary Shoots of Campbell Early Grape at Growing Stage. (Increment of dry matter mg/1m²/1h)

Year	M/VII	L/VII	E/IX	M/IX	L/IX	M/X
1957	—	408.0 (463.0)	508.6 (348.2)	265.9 (430.9)	513.4 (339.8)	283.8 (164.8)
1958	—	220.2 (257.0)	—	356.8 (380.0)	568.9 (536.3)	458.5 (269.1)
1961	195.6 (192.3)	—	—	—	553.5	534.6

(): Leaves of primary shoots.

梢葉と副梢葉の光合成能に余り差がないが、10月中旬には明らかに副梢葉の方が光合成能が大である。9月中の推移については1957年が無施肥栽培であること、1958年には早期落葉が著しくなかつたことなどと関連しているようである。

清水ら¹⁴⁾によれば、水稻では圃場状態下にて生育に伴う光合成能の変化について明らかに二つの山がある。松島⁹⁾は水稻本来の性質に基づく光合成能のリズムを認めるとともに、穂揃い期後15～25日の10日間の光合成能を左右する環境条件が種実の登熟度ひいては収量に大きく影響することを実証している。村山ら¹⁰⁾は水稻の収穫時における澱粉の大部分は普通出穂開花以降

に同化されたものであることを実証している。大野¹²⁾は、モロー、ビネー両氏によれば着色期から成熟期にかけて果実中に急増する糖分は葉のほか古枝、新梢中に既に貯蔵されたものが移動すると述べている。WEAVER 及び McCUNE¹⁹⁾ は結果過多樹では正常結果樹に比し収穫直前に至るまでの枝及び根の中に貯蔵される澱粉量が著しく少ないことを実証している。このようにキャンベルの成熟期には光合成能の高いことが希望されるにも拘わらず、例えば1961年8月18日(日射量 548 cal・最高気温 34.3°C)の光合成量が 92.6 mg に過ぎないのに、同様の本梢葉が同年9月19日(日射量 606 cal・最高気温 26.0°C)には 940.2 mg の光合成量を示している事実はまことに寒心にたえない。

このような成熟期の光合成能低下現象に関連ある環境条件についてはその個々の場合について述べておいたが、いまこゝに二、三 関連事項の事例をあげてみたい。先ず高温による呼吸作用の昂進については小林⁶⁾ が「晴天日の呼吸量は光合成量に比して実に微々たるものである」と述べているので一応考察外とする。小林⁷⁾ は硝子室栽培のブラック・ハンブルグにて強い直光の有害であること、葉温と光合成曲線との間に密接な関係のないことを認めている。CHAPMAN 及び Loomis²⁾ よつても圃場状態の馬鈴薯で 18~40°C の光合成の Q_{10} はほとんど 1 である。山田ら¹⁷⁾ は水稻にて過度な高温 (35°C) では光が強い時光合成能が顕著に低下することを示している。成熟直前の葡萄果実が葉から果実への糖分の異常な転移を起すであろうかとの疑問については、村山ら¹⁰⁾ が出穂した稲では穂への転流が増大するから、かえつて不出穂の稲の葉より光合成能が増大することを実証し、また鈴木¹⁵⁾ も水稻にて、光合成と光合成生成物の転流とが平衡を保っているものと推定している。

野口¹¹⁾ によれば水稻にて窒素が、また小林ら⁸⁾ によれば葡萄にて加里が光合成能を増進する。本実験にて1959年の窒素及び加里の追肥によつてその直後から9月中光合成能を増進したが、一方副梢の多発及びおそ伸びを招いたことは第6表に示す如くである。本実験にて、盛夏の土壤水分の過不足が光合成能低下に著しく影響する場合が多く認められた。別に本葡萄園の根群の垂直的発達及び細根の活力について調査したところ、盛夏時の水分関係について好ましくない様相を示していた(未発表)ことを附記する。

IV. 摘 要

1). キャンベル・アーリーで収穫期前後にわたる早期落葉の甚だしい岡山県南部水田地帯にある岡山大学農学部葡萄園で、結果枝上の葉について、1957~1961年にわたつて、光合成能力の季節的推移について調査した。本品種の硬核期は大体7月上~中旬で、収穫期は8月中旬である。

2). 測定方法は自然状態の葉の葉片打抜法により、光合成能力は葉面積 1 m² 当り、午前9時~午後3時の間の平1時均間当りの乾物増加量 (mg) にて表示した。

3). 1961年の6月中旬、7月中旬、8月中旬、8月下旬、9月中旬、9月下旬および10月中旬における光合成能力はそれぞれ 616.9, 464.9, 192.3, 304.1, 740.5, 553.5 および 534.6 mg である。すなわち6月及び9月に較べて7月中旬から、とくに8月上中旬頃の光合成能力低下が甚だしい。この現象は1958, 1960年においても同様に顕著である。

4). 1959年には磷酸肥料以外は元肥が施用されず、とくに7月上旬の測定日(3回)のうちの1日が曇天のためか、同期の光合成能が極めて低い。7月中旬に窒素及び加里の年間施用量全量が施用されたためか、7月下旬以後10月中旬まで光合成能が例年に比し異常に大である。然し8月中の降雨状態が比較的良かったにもかかわらず8月中旬の光合成能の低下は認めざるをえ

ない。

5). 個々の測定値について検討すると、これら光合成能低下の原因のうち、降水量、土壌水分含量等の過不足、日照状況などの影響を見のがすことはできない。

6). 葉中含水率(対生体重%)が葉令とともに減少する傾向はあるが、光合成能と含水率との間に相関は見られなかった。

7). 本梢葉の間では葉令の差による光合成能力に差が認められない。ただし副梢葉は8月頃には本梢葉よりも光合成能に大差がないが、9~10月頃には同程度又はそれ以上の能力を示している。

引用文献

- 1) ADDICOTT, F.T. and LYNCH, R.S. (1955): Ann. Rev. Pl. Physiol. 6: 211-213.
- 2) CHAPMAN, H.W. and LOOMIS, W.E. (1953): Pl. Physiol. 28 (4): 703~716.
- 3) 林 真二・脇坂幸雄 (1956): 農及園. 31 (2) 333-335.
- 4) 林 真二 (1960): 梨・朝倉書店.
- 5) 本多 昇・岡崎光良 (1962): 園芸学会 昭和37年度 春季大会・研究発表要旨.
- 6) 小林 章 (1938): 園学雑. 9 (1): 43~60.
- 7) 小林 章 (1939): 園学雑. 10 (1): 27~51.
- 8) 小林 章・細井寅三・井上 宏 (1957): 園学雑. 26 (2): 73~82.
- 9) 松島省三 (1957): 農技研報. A (5): pp. 271.
- 10) 村山 登・吉野 実・大島正男・塚原貞雄・川原崎裕司 (1955): 農技研報. B (4): 123~166.
- 11) 野口弥吉 (1949): 農及園. 24 (11): 757~760.
- 12) 大野俊夫 (1956): 果日. 11 (8): 29~32.
- 13) 佐藤公一 (1954): 農技研報. E (3): 140~168.
- 14) 清水 強・津野幸人 (1956): 日作紀. 24 (4): 303~306.
- 15) 鈴木直治 (1953): 生物化学. 5(1): 17~22.
- 16) 土屋長男 (1956): 実験葡萄栽培新説. 養賢堂.
- 17) 山田 登・村田吉男・長田明夫・猪山純一郎 (1955): 日作紀. 23: (3). 214~222.
- 18) 山田 登・村田吉男・長田明夫・猪山純一郎 (1955): 日作紀. 24: (2) 117~118.
- 19) WEAVER, R.J. and McCUNE, S.B. (1960): PROO. A. S. H. S. 75: 341~353.